

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
24. Juli 2003 (24.07.2003)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 03/060530 A1

(51) Internationale Patentklassifikation: G01R 1/073,  
G01N 27/90

(74) Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AKTIENGE-  
SELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, 80506 München  
(DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP02/14738

(81) Bestimmungsstaaten (national): CN, JP, US.

(22) Internationales Anmeldedatum:  
23. Dezember 2002 (23.12.2002)

(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,  
BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR,  
IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SI, SK, TR).

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

(30) Angaben zur Priorität:  
02001268.8 17. Januar 2002 (17.01.2002) EP

- hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii) für die folgenden Bestimmungsstaaten CN, JP, europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SI, SK, TR)
- Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv) nur für US

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).

Veröffentlicht:

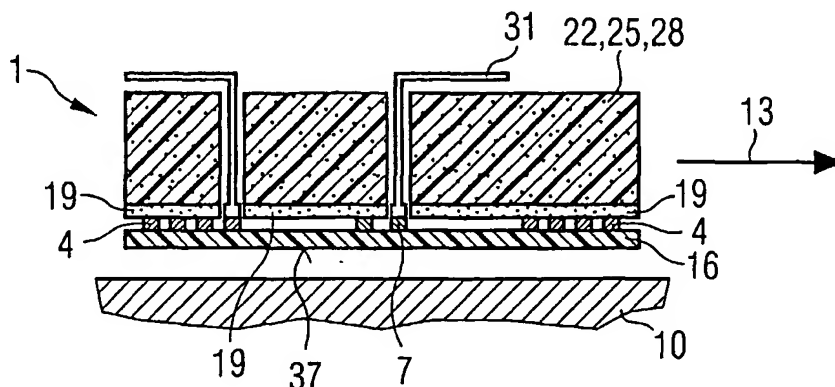
(72) Erfinder; und  
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): BÄR, Ludwig [DE/DE]; St. Michael 16, 91056 Erlangen (DE). HEINRICH, Werner [DE/DE]; Wiesenweg 17, 16727 Bärenklau (DE).

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: PROBE FOR ELECTRICAL MEASUREMENT METHODS AND USE OF A FLEXIBLE PROBE FOR PRODUCTION OF A RIGID PROBE

(54) Bezeichnung: SONDE FÜR ELEKTRISCHE MESSVERFAHREN UND VERWENDUNG EINER FLEXIBLEN SONDE ZUR HERSTELLUNG EINER UNFLEXIBLEN SONDE



(57) Abstract: The invention relates to a probe for electrical measurements and use of a flexible probe to produce an inflexible probe. Conventional probes comprise a substrate which is mechanically rigid. As a result only planar surfaces may be examined with the probe. According to the invention, a probe (1) is flexibly embodied by means of a flexible substrate (16) such that the probe (1) may be adjusted to match various curvature radii of test bodies (10).

(57) Zusammenfassung: Sonden nach dem Stand der Technik weisen ein Substrat auf, das mechanisch starr ist. So können nur ebene Flächen mit der Sonde abgefahren werden. Eine erfindungsgemäße Sonde (1) ist durch ein flexibles Substrat (16) flexibel gestaltet, so dass sich die Sonde (1) verschiedenen Krümmungsradien eines Prüfkörpers (10) anpassen kann.

WO 03/060530 A1



*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen  
Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on  
Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe  
der PCT-Gazette verwiesen.*

1

Sonde für elektrische Messverfahren und Verwendung einer flexiblen Sonde zur Herstellung einer unflexiblen Sonde

- 5 Die Erfindung geht aus von einer Sonde für elektrische Messverfahren gemäß dem Gattungsbegriff des Anspruchs 1 und einer Verwendung einer flexiblen Sonde zur Herstellung einer unflexiblen Sonde nach Anspruch 13.
- 10 Aus der DE 197 48 556 A1 ist eine Sonde für eine Wirbelstrommessung mit einer ferromagnetischen Signalverstärkung bekannt, wobei die Signalverstärkung durch einen starren ferritischen Kern erzeugt wird. Mit einer aus einem starren Substrat, auf dem planare Spulen aufgebracht sind, gebildeten
- 15 Sonde können nur Prüfkörper mit ebener Oberfläche vermessen werden. Bei unebenen Oberflächen muss die Sonde in ihrer Form einer Oberfläche des Prüfkörpers angepasst sein, anderenfalls ergeben sich falsche Messwerte.
- 20 Eine Sonde mit Wirbelstrommessung mit ferromagnetischer Signalverstärkung für ebene Prüfkörper ist auch aus der US-PS 6,002,251 bekannt.

Aus der US-PS 5,389,876 ist eine Sonde für eine Wirbelstrommessung bekannt, die jedoch nur schwache Signale liefert.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, eine Sonde für elektrische Messverfahren aufzuzeigen, die für verschieden gekrümmte Oberflächen eines Prüfkörpers verwendet werden kann.

30 Die Aufgabe wird dadurch gelöst, dass die Sonde mit dem Substrat flexibel ist.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der erfindungsgemässen

35 Sonde sind in den Unteransprüchen erwähnt.

Die Sonde kann sich Krümmungsradien von z.B. 50mm oder größer anpassen.

Vorteilhafterweise wird die Flexibilität dadurch erreicht, dass ein durch eine flexible Folie gebildetes Substrat, für die Sonde vorteilhafterweise Polyimid, verwendet wird.

Vorteilhafterweise sind auf der flexiblen Folie bspw. zwei, insbesondere planare Spulen, insbesondere aus Kupfer, als elektrische Bauelemente, aufgebracht.

10 2

Die Flexibilität der Sonde bleibt auch durch eine flexible Hinterfütterung der elektrischen Bauelemente erhalten.

Vorteilhafterweise verwendet man für die flexible Hinterfütterung eine Polymerfolie, die mit einem Ferrit gefüllt ist, so dass vorteilhafterweise eine ferromagnetische Signalverstärkung möglich ist.

Ebenso können dünne biegsame Bleche aus Ferrit verwendet werden. Auch eine Vergussmasse mit Ferritteilchen, wobei die Vergussmasse leicht plastisch verformbar ist, kann hier verwendet werden.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen vereinfacht und schematisch dargestellt.

25

Es zeigen:

Figur 1 eine Anordnung von Erreger und Signalspule,

Figur 2 ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Sonde, und

Figur 3 ein weiteres Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäß ausgebildeten Sonde.

Figur 1 zeigt eine Erregerspule 4 und eine Signalspule 7 als elektrische Bauelemente in ihrer Anordnung in einer Ebene nach dem Stand der Technik.

Die Signalspule 7 ist bspw. von der Erregerspule 4 umgeben. Bezüglich des weiteren beispielhaften Aufbaus von

Erregerspule 4, Signalspule 7 und eines Auswertungssystems mit einer Sonde wird auf die DE 197 48 556 A1 verwiesen, die ausdrücklich Bestandteil dieser Offenbarung sein soll.

- 5 Die Erreger- und Signalspule 4, 7 sind elektrisch voneinander getrennt. Die Signalspule 7 ist in diesem Beispiel als Differenzsonde ausgelegt. Die Ortsauflösung wird bestimmt durch den Abstand der Schwerpunkte der beiden Teilspulen, der sogenannten Baseline.
- 10 Die Erregerwicklung 4 umschließt die Teilspulen der Signalspule 7 bspw. symmetrisch, so dass eine Kompensation des Erregerfeldes gewährleistet ist.
- Ausführungsbeispiele für Sonden sind:
- Eine XXL-Sonde hat eine Baseline von 3,3mm, eine Erreger-  
15 spule mit 21 Windungen und eine Signalspule mit 8 Windungen.  
Eine S-Sonde hat eine Baseline mit 2,3mm, eine Erregerspule mit 9 Windungen und eine Signalspule mit 5 Windungen.

- Eine Sonde, die unter anderem aus der Erregerspule 4 und  
20 Signalspule 7 besteht, wird in einer Scanrichtung 13, gekennzeichnet durch einen Pfeil, über eine Oberfläche eines Prüfkörpers 10 bewegt (durch gestrichelte Umfangslinie angedeutet), wobei die Sonde 1 auf dem Prüfkörper 10 mit einer Auflagefläche 37 (Fig. 2) zur Auflage kommt. Der Prüfkörper 10  
25 enthält beispielsweise Defekte in Form von Rissen, die ein magnetisches Signal der Erregerspule 4 beeinflussen, wodurch die Defekte im Inneren des Prüfkörpers 10 und an dessen Oberfläche festgestellt werden können.

- 30
- Figur 2 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel für eine Sonde 1 für elektrische Messverfahren gemäß vorliegender Erfindung. Als Substrat 16, das direkt auf dem Prüfkörper aufliegt, wird bspw. eine Folie verwendet, die flexibel ist. Vorzugsweise  
35 wird eine Polyimidfolie verwendet.

Auf dem Substrat 16 sind die Erregerspule 4 und die Signalspule 7 bspw. planar angeordnet, d.h. die Spule besteht nur

aus einer Leiterbahn, die nur in einer Ebene verläuft. Die Spulen 4, 7 als elektrische Bauelemente können mittels eines Galvanikprozesses oder eines nasschemischen Verfahrens auf die Folie 16 aufgebracht werden.

- 5 Auf dem Substrat 16 und auf 4 bzw. um die Spulen 4, 7 ist beispielsweise, aber nicht notwendigerweise ein Kleber 19 aufgebracht, der eine Hinterfütterung 22 mit dem Substrat 16 verbindet.
- 10 Die Hinterfütterung 22 ist ebenfalls flexibel ausgeführt. Als Material für die Hinterfütterung 22 wird vorzugsweise ein ferritisches Material (zur ferromagnetischen Signalverstärkung) verwendet mit einer Permeabilität  $\mu$  bis 100. Durch die Hinterfütterung 22 hindurch führt bspw. zumindest eine
- 15 elektrische Zuleitung 31 für die Spulen 4, 7 für ein Messsystem gemäss DE 197 48 556 A1.

Als Hinterfütterung 22 kann eine mit Ferritpartikeln befüllte Polymerfolie 25 verwendet werden.

20

Ebenso ist es möglich, für die Signalverstärkung ein dünnes flexibles Ferritblech zu verwenden.

- Die Polyimidfolie 16 hat beispielsweise eine Dicke von 25  $\mu\text{m}$ , die Kupferspule eine Dicke von 17  $\mu\text{m}$ , der Kleber erstreckt sich über eine Dicke von ca. 30  $\mu\text{m}$ , und die mit Ferrit gefüllte Polymerfolie über eine Dicke von 200 - 600  $\mu\text{m}$ .
- 25

- Dieser Schichtstapel bleibt hinreichend flexibel, so dass sich der Schichtstapel verschiedenen Krümmungsradien des Prüfkörpers 10 von z.B. 50mm oder mehr problemlos anpassen lässt.
- 30

35

Figur 3 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäß ausgebildeten planaren Sonde 1.

Die Hinterfütterung 22 kann auch durch eine Vergussmaterial 34 gewährleistet sein, in dem Ferritpulver vermischt ist. Der mittlere Durchmesser der Ferritpartikel beträgt z.B. ca. 10µm. Die Vergussmasse ist und bleibt nach einem Aushärtungsprozess leicht plastisch verformbar, so dass eine Flexibilität der Sonde 1 dauerhaft gewährleistet ist.

10 Eine solche Vergusssonde kann auch verwendet werden um für bestimmte gekrümmte Oberflächen eine starre Sonde 1 herzustellen. Dabei wird eine Vergussmasse 34 verwendet, die sich in dem so verformten Zustand so aushärten lässt, dass sie sich nur noch schwer plastisch verformen lässt und somit dauerhaft an die Kontur bestimmter Prüfkörper 10 angepasst ist. Der Vorteil des Verfahrens liegt dabei darin, dass eine flexible Sonde 1 zunächst einer Oberfläche eines Prüfkörpers 10 ohne großen Aufwand angepasst wird und erst dann die Vergussmasse 34 ausgehärtet wird, so dass kein Luftspalt zwischen 20 der Auflagefläche 37 der Folie 16 und der gekrümmten Oberfläche des Prüfkörpers 10 vorhanden sein kann, der ein Messergebnis verfälscht.

Als elektrisches Messverfahren kann die Sonde 1, die bspw. 25 zwei Spulen 4, 7 oder nur eine Spule sowie eine ferromagnetische Signalverstärkung 22 aufweist, zur Wirbelstrommessung genutzt werden, das beispielsweise dazu dient Defekte an metallischen Bauteilen 10 zu detektieren.

## Patentansprüche

1. Sonde für elektrische Messverfahren,  
die ein Substrat aufweist,  
5 auf dem zumindest ein elektrisches Bauelement aufgebracht  
ist,  
die zur Auflage auf einem Prüfkörper kommt,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
die Sonde (1) mit dem Substrat (16) so flexibel ist, dass  
10 die Sonde (1) mit dem Substrat (16) sich verschiedenen  
Krümmungsradien des Prüfkörpers (10) anpassen kann.
2. Sonde nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
15 das Substrat (16) eine flexible Folie ist.
3. Sonde nach Anspruch 2,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
die Folie (16) aus Polyimid gebildet ist.  
20
4. Sonde nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
auf dem Substrat (16) zumindest eine Spule (4, 7) als  
elektrisches Bauelement, insbesondere eine Kupferspule (4,  
25 7), aufgebracht ist.
5. Sonde nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
die Sonde (1) eine flexible Hinterfütterung (22) aufweist,  
30 die das zumindest eine elektrische Bauelement (4, 7)  
zumindest teilweise abdeckt.
6. Sonde nach Anspruch 5,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
35 die flexible Hinterfütterung (22) durch eine mit Ferrit  
gefüllte Polymerfolie gebildet wird.



7. Sonde nach Anspruch 5,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
die flexible Hinterfütterung (22) durch ein flexibles  
5 Blech aus einem ferritischen Material gebildet ist.
8. Sonde nach Anspruch 5,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
die flexible Hinterfütterung (22) durch eine plastisch  
10 verformbare Vergussmasse (34) gebildet ist.
9. Sonde nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
die Sonde (1) zumindest eine Spule (4, 7) als elektrisches  
15 Bauelement aufweist, die planar auf dem Substrat (16)  
angeordnet sind.
10. Sonde nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
20 die Sonde (1) eine Sonde (1) für eine Wirbelstrommessung  
ist.
11. Sonde nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
25 die Sonde (1) eine ferromagnetische Signalverstärkung (22)  
aufweist.
12. Sonde nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
30 die Sonde (1) Krümmungsradien von bis zu 50mm anpassbar  
ist.

13. Verwendung einer flexiblen Sonde nach einem der vorheri-  
gen Ansprüche zur Herstellung einer unflexiblen Sonde,  
wobei die flexible Sonde, die als Hinterfütterung (22)  
eine flexible aushärtbare Vergussmasse aufweist, einer  
5 gekrümmten Oberfläche angepasst wird und  
in dieser Form ausgehärtet wird.

FIG 1

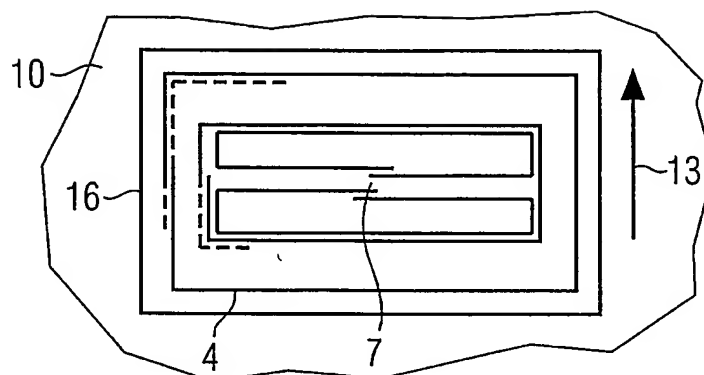


FIG 2

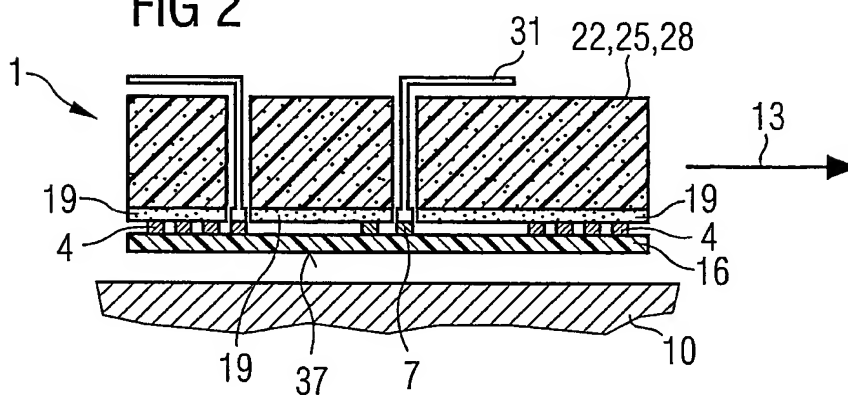
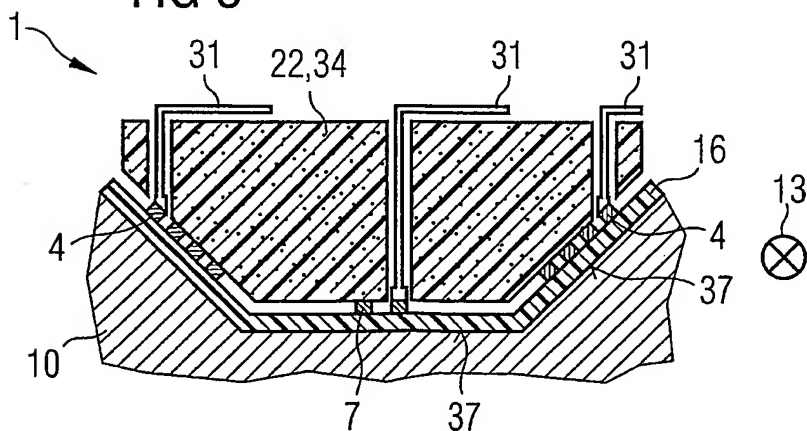


FIG 3



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 02/14738

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)	Publication date
EP 0228177	A	08-07-1987	EP	0228177 A2	08-07-1987
			JP	63055450 A	09-03-1988
EP 0556557	A	25-08-1993	DE	4204643 C1	19-05-1993
			AT	142785 T	15-09-1996
			DE	59303695 D1	17-10-1996
			EP	0556557 A1	25-08-1993
WO 0163308	A	30-08-2001	AU	3855001 A	03-09-2001
			WO	0163308 A1	30-08-2001
US 5467775	A	21-11-1995	AU	5313196 A	08-10-1996
			WO	9629009 A1	26-09-1996

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 02/14738

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
 IPC 7 G01R1/073 G01N27/90

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G01R G01N

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 228 177 A (ELECTRIC POWER RES INST) 8 July 1987 (1987-07-08) the whole document	1-4, 10
A	EP 0 556 557 A (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG) 25 August 1993 (1993-08-25) abstract	1, 5, 6
A	WO 01 63308 A (CASCADE MICROTECH INC ; DAUPHINAIS MIKE P (US); KOXXY MARTIN J (US)) 30 August 2001 (2001-08-30) page 10, line 1-11; figures 7A, 7B	13
A	US 5 467 775 A (CALLAHAN THOMAS F ET AL) 21 November 1995 (1995-11-21) abstract	1



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

**\* Special categories of cited documents :**

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the International filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the International filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

\*G\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the International search

16 May 2003

Date of mailing of the International search report

05/06/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
 Fax: (+31-70) 340-3018

Authorized officer

Vytlačilová, L